

промежуточной камерой, в которую возвращаются частицы с недостаточным зарядом из зарядной камеры, такая конструкция представлена в [3].

Рассмотренные выше конструкции инжекторов твердых пылевых частиц с контактным типом заряда обеспечивают практически максимально возможный заряд частиц, способны доставлять в ускорительный тракт частицы со скоростями 0,1-5 км/с. Из этого можно сделать вывод о том, что контактный способ зарядки частиц является наиболее перспективным на данный момент. Повышение эффективности зарядки частиц в инжекторах данного типа можно достигнуть увеличением длины траектории частицы от бункера до выходного отверстия. Дальнейшее развитие инжекторов пойдет по пути изменения конфигурации электродов, без изменения способа зарядки частиц.

Литература

1. Fechtig H., Grun E., Kissel J. Laboratory simulation. Charber 9, M.P. Institute für Kernphysik, 69, Heidelberg 1, FRG, 1989, s.594-601.
2. А.А. Бедняков, Р.А. Гиляров, О.Б. Дзагуров, В.В. Криволап, В.С. Куликаускас. Инжекция, формирование потока и контроль параметров твердых частиц, ускоряемых на электростатическом генераторе ЭГ-8. // Приборы и техника эксперимента, №2, 1998 г., стр. 149-156.
3. Семкин Н.Д., Воронов К.Е., Новиков Л.С., Пияков А.В. Источник заряженных пылевых частиц. // Патент на изобретение №2242849, выдан в 2004г., БИ 2004 №35
4. Семкин Н.Д., Пияков А.В., Воронов К.Е., Шепелев С.М. Источник заряженных пылевых частиц. // Патент на полезную модель №58839, выдан в 2006г.
5. Daniel E. Austin. Impact-ionization mass spectrometry of cosmic dust //Thesis by Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy, California Institute of Technology, Pasadena, California, 2003
6. Акишин А.И., Новиков Л.С. Методика и оборудование имитационных испытаний материалов космических аппаратов. // М.: Изд-во Моск. ун-та, 1990, 90 с.
7. Семкин Н.Д., Пияков А.В., Воронов К.Е., Богоявленский Н.Л., Шепелев С.М. Инжектор заряженных пылевых частиц. Приборы и техника эксперимента. №3 2006г., 154-159 с. (На английском языке: N.D. Semkin, A.V. Piyakov, K.E. Voronov, S.M. Shepelev, and N.L. Bogoyavlenskii. A Charged Dust Particle Injector, Instruments and Experimental Techniques, 2006, Vol.49, No.3, 440-445 p.).
8. Zhehui Wang and G. A. Wurden. Hypervelocity dust beam injection for national spherical torus experiment. Review of Scientific Instruments, Volume 75, Number 10 October 2004, ss. 3436 – 3438

ПРИБОР ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ СПЕКТРАЛЬНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ПРОПУСКАНИЯ СТЕКЛА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ПОТОКА МИКРОМЕТЕОРОИДОВ И КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА

М.П. Калаев¹, Н.Д. Семкин¹

(¹ Самара, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет) sgau5@yandex.ru)

DEVICE FOR THE STUDY OF GLASS SPECTRAL TRANSMITTANCE FACTOR CHANGES UNDER THE INFLUENCE OF MICROMETEOROIDS AND SPACE DEBRIS FLOW

M.P. Kalaev, N.D. Semkin

Для оценки воздействия потоков высокоскоростных мелкодисперсных частиц (МДЧ) на материалы, используемые в конструкции космических аппаратов (КА), проводятся лабораторные испытания с использованием ускорителей различных типов [1], однако часто по

результатам этих экспериментов можно лишь косвенно судить о деградации элементов в условиях космической среды, вследствие сложности воспроизводства реальных характеристик микрометеороидов и космического мусора. Измерение характеристик элементов и систем КА в натурных экспериментах является прямым методом изучения влияния потоков МДЧ на их функционирование. В настоящее время на борту международной космической станции (МКС) проводятся эксперименты по экспонированию образцов материалов, однако представляет интерес проведение аналогичных исследований и на других орбитах Земли. Для этих целей предлагается использование автоматической аппаратуры, включающей в себя исследуемые образцы и средства контроля изменения их свойств. Носителем такой аппаратуры могут являться невозвращаемые космические аппараты, функционирующие на различных орбитах. Аппаратура содержит фотометр на основе матрицы светодиодов и фотоприёмника (рисунок 1). В зазоре между ними на подвижной (вращающейся) пластине расположены образцы исследуемых материалов. При этом часть экспонируемых образцов находится под воздействием потока микрометеороидов, а часть смещена в сторону и защищена от потока.

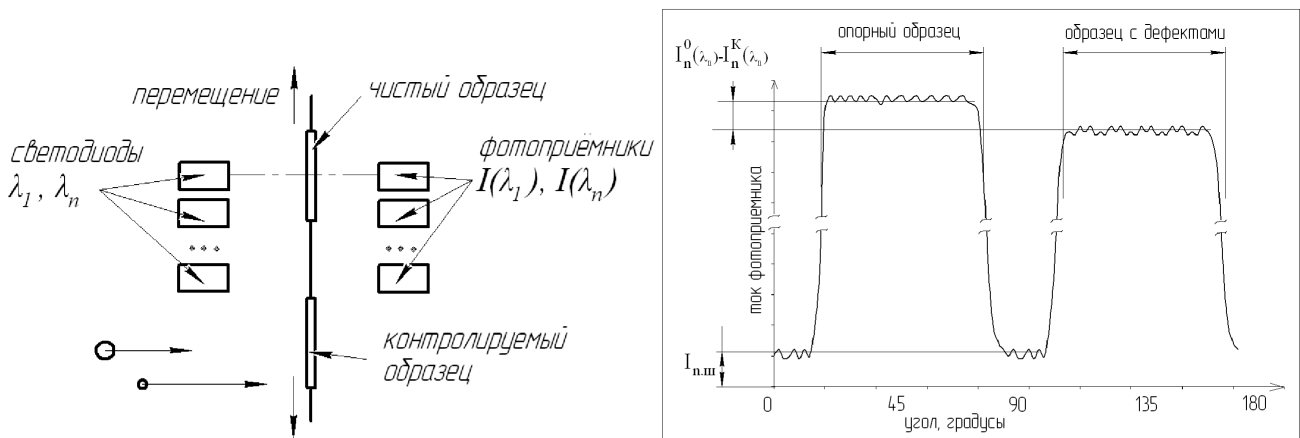


Рис. 1. Оптическая схема и график тока на выходе фотоприёмника при вращении образцов

Во время измерения пластина с образцами приводится во вращение, и в фотоприёмнике поочередно возникают импульсы тока, соответствующие прохождению света через чистый образец и образец с дефектами.

Основной причиной изменения перечисленных параметров является повреждение поверхности и образование кратеров, с диаметром и глубиной, связанными с характеристиками воздействующей частицы известными соотношениями. При прохождении света через кратеры, как и через любую оптическую неоднородность, наблюдаются эффекты ослабления и рассеяния. На основе измерения спектрального коэффициента пропускания и интенсивности рассеяния после воздействия потока возможна оценка концентрации и среднего диаметра кратеров, а следовательно, и характеристик потока частиц.

Отношение интенсивностей прошедшего излучения для образца с дефектами и чистого образца является изменением коэффициента пропускания для данной длины волны [2]:

$$\Delta T(\lambda) = 1 - \frac{I_k(\lambda)}{I_0(\lambda)} \quad (1)$$

Сигнал на выходе фотоприёмника, при прохождении света с длиной волны λ_n через образец с кратерами, определяется как:

$$I_k(\lambda, D) = T_n(\lambda) \cdot I_0(\lambda_n) \left(1 - n \int_{D_{\min}}^{D_{\max}} Q(D, \lambda) \cdot D^2 \cdot f(D) dD \right) \quad (2)$$

$T_n(\lambda)$ - собственный коэффициент пропускания стекла;

$I_0(\lambda_n)$ интенсивность света, падающего на слой;

$n=N/S_0$ – количество кратеров на единицу площади;

$f(D)$ - функция распределения дефектов по диаметрам;

D_{min}, D_{max} – минимальный и максимальный размер дефектов.

$Q(D, \lambda)$ - фактор эффективности ослабления дефекта с характерным диаметром D .

Фактор эффективности ослабления $Q(D, \lambda)$ можно описать различными методами. Для простоты физической интерпретации, фактор эффективности ослабления рассматривается с точки зрения приближения аномальной дифракции [3].

Используя изменение коэффициента пропускания, измеренное для нескольких длин волн, можно определить характеристики дефектов на поверхности стекла образовавшихся при ударе частиц – средний размер D и концентрацию N . Вычисление параметров распределения производится численными методами и сводится к минимизации функционала невязки. Кроме того, через известные эмпирические соотношения [3], возможен переход от характеристик дефектов поверхности к характеристикам воздействующего потока.

Литература

1. Семкин Н.Д., Пияков А.В, Воронов К.Е., и др. // Приборы и техника эксперимента. №2 2007г., с. 140-147.
2. Калаев М.П., Семкин Н.Д. // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики. 2010. № 2. С. 108
3. Семкин Н.Д., Калаев М.П. // Приборы и техника эксперимента. 2011. № 1. С. 136.

ЦИКЛИЧЕСКИЙ УСКОРИТЕЛЬ ЗАРЯЖЕННЫХ МИКРОННЫХ ЧАСТИЦ

А.В. Пияков¹

(¹ Самара, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (Национальный исследовательский университет), piyakov@ssau.ru)

CYCLIC ACCELERATOR OF CHARGED MICRON PARTICLES

A.V. Piyakov

Для моделирования в лабораторных условиях высокоскоростного воздействия на материалы космических аппаратов используют различные типы ускорителей. В последнее время наиболее перспективными являются циклические ускорители частиц.

Известен циклический ускоритель высокоскоростных твердых частиц [1], содержащий высоковольтный источник питания, тороидальные дефлекторы, высоковольтный усилитель и перестраиваемый генератор, тороидальные дефлекторы, индукционные датчики и попарно соединенные цилиндрические электроды, подключенные к выходам высоковольтного усилителя, входы которого подключены к выходу генератора с изменяющимися во времени частотой и длительностью импульсов в пачке, работающего под управлением ЭВМ, подключенной к нему через блок сопряжения, другие входы блока сопряжения подключены к выходам выходных усилителей сигналов индукционных датчиков и селектора скоростей. Однако у такого ускорителя есть один недостаток: ввиду того, что заряженная частица, проходя от инжектора по тракту ускорителя и далее тороидальный дефлектор, носит вероятностный характер расположения, в тракт ускорителя попадают медленные слабо заряженные частицы,